

有明海の魚介類および海底土の重金属含量

榎 本 則 行・豊 留 敏 郎

(食糧管理化学教室)

昭和53年5月31日 受理

Amounts of Heavy Metals in Fishes, Shellfishes and Bottom Muds from the Ariake Sea

Noriyuki ENOMOTO and Toshiro TOYODOME

(Laboratory of Food Hygienic Chemistry)

Received May 31, 1978

Summary

Seven years have passed since the cadmium pollution in the Ariake Sea was pointed out. In order to make clear the present state of the cadmium pollution, the amounts of heavy metals were examined in fishes and shellfishes commercially available in Saga City and bottom muds collected at 40 stations in the Ariake Sea.

The results obtained are as follows:

1) As judged by heavy metal contents of fishes and shellfishes from the Ariake Sea, it is considered to be free from care to use them for food, except the internals of Tengenishi (*Hemifusus ternatanus*) and Bai (*Babylonia japonica*).

2) Since the internals of Sazae (*Turbo cornutus*) from the Genkai, cadmium-nonpolluted sea area, contained 33.1~138.4 ppm cadmium in dry matter, cadmium contents of the internals of sea snails should not be adopted as a reliable indicator for cadmium pollution.

3) Cadmium amounts of bottom muds from the northern part of the Ariake Sea in 1977 were apparently less than those in 1970.

4) The above data indicate that the cadmium pollution in the Ariake Sea tends to disappear.

昭和45年に有明海のカドミウム (Cd) 汚染の事実が明らかになり^{1,2)}, 有明海産生物の Cd 含量も明らかにされた³⁾. そして, 有明海の魚介類は, Cd 含量の観点からは大部分のものが食品衛生的には一応心配はないと判断された. しかし, ごく一部ではあったが, 例えばテングニシやバイの内臓あるいはイタボガキなどで異常に高い Cd 量が測定された⁴⁾ ことは, 水産生物についてなお調査をつづけることが必要であることを示唆していた.

一方, 有明海の Cd 汚染はその事実が明らかにされてから早くも7年を経過した. その当時(昭和45年)における有明海北部の海底土の Cd 分布状況²⁾ や市販魚介類の Cd 含量³⁾ は調査されたが, その後の実態に関してはほとんど調べられていないので, 今日の時点においてこれらも明らかにする必要があると考えた.

このような経緯にもとづき, 有明海の水産物や海底土の Cd およびその他の重金属の含量調査を行なったので, その結果を報告する.

実 験 方 法

1. 試 料

1-1. 佐賀市内で購入した有明海産魚介類

昭和52年5月から53年1月まで毎月1回、佐賀市内の有明海産魚介類を専門に取扱っている魚屋で、その日に店頭で販売されていたものについて、有明海産であることを確かめて購入した。なお、サザエは玄海産のものしかなかったが、とくにこれも購入した。

1-2. 海 底 土

昭和53年9月20日に佐賀県有明水産試験場の協力を得て、有明海北部水域において船上から採泥器で海底表層土を採取した。

底土は風乾した後、貝殻その他の混雑物を肉眼的に取り除き、乳鉢でぐだいて均一に粉碎、混和して試料とした。

2. 重金属の測定法

2-1. カドミウム

2-1-1. 魚 介 類⁵⁾

ガラスシャーレに、試料がのる面積の2—3倍位の大きさに切ったろ紙を敷き、その上に細切、精秤した試料(約5g)をのせ、105°Cの乾燥器中でできるだけ水分を除いた。冷後、試料とろ紙とを一緒に低温灰化装置(日立ASH-15R型)のセルに入れて灰化した。灰化物を1N塩酸の適量に溶解した後ろ過し、ろ液をそのまま或いは適宜に希釈して、原子吸光分光光度計(Perkin-Elmer 303型)で測定した。

2-1-2. 海 底 土⁶⁾

風乾土約10gを精秤し、0.1N塩酸50mlを加えて室温で1時間振盪した後、ろ過した。このろ液の適量を取り、既報¹⁾のジチゾン処理を行なった後0.5N塩酸にCdを転溶して、原子吸光分光光度計で測定した。

2-2. 総 水 銀^{7,8)}

試料5~10gを精秤して水銀定量用分解装置の二口フラスコに入れ、硫酸・硝酸(1:1)混液10mlも加えて徐々に加熱した。黄褐色のガスの発生がなくなり、内容物が透明な無色~淡黄色になったら加熱をやめて、室温まで冷却させた。10%尿素液10mlと水50mlとを加えて10分間加熱沸騰させた。冷後、過マンガン酸カリ1gを加えて20分間加熱し、20%塩酸ヒドロキシルアミン液で色を消して、250mlに定容した。

水銀分析付属装置(日立303-9352)に上記分解液の適量を取り、還元気化、循環式によって原子吸光分光光度計で水銀(Hg)を測定した。

2-3. その他の重金属

2-1-1の低温灰化物の塩酸溶液や2-1-2の0.1N塩酸抽出液を、そのまま或いは適宜に希釈して、原子吸光分光光度計で測定した。

実験結果および考察

1. 佐賀市内で購入した有明海産魚介類の重金属含量

結果を Table 1 に示した。

テングニシの内臓の Cd 含量が高いことは、すでに度々指摘^{3,4)} したところであるが、今回測定された10月の試料での 275.5 ppm という値は、有明海試料についての著者の測定例の最高値であった。また、テングニシの内臓の Cd 含量には季節的変動が見られるようになって、7月から上昇しはじめ10月が最高値であった。

サザエは玄海産のものであるから Cd 非汚染海域のものであり、対照値として利用するつもりで購入したものであったが、内臓ではかなり高い Cd 含量が測定された。とくに11月の試料で 138.4 ppm という高い値が得られたのは、意外であった。サザエの内臓のこのような高 Cd 含量は、石崎ら⁹⁾ が Cd 非汚染地の鳥取県産バイの内臓で、乾物当り 188~1273 ppm, 平均 531 ppm の Cd 値を報告しているのと同様の現象と考えられ、この種の巻貝の生理的特性なのであろう。したがって、テングニシ、サザエ、バイなどの巻貝類の内臓が Cd を高濃度に含有していても、それをその水域の Cd 汚染の指標とすべきではないといえる。

テングニシ、サザエの内臓は Cd のみならず Hg もかなり検出されたので、これら巻貝の内臓は食用に供すべきではなく、注意が肝要である。

その他の貝類についての Cd 含量をみると、カキ、ミドリシャミセンガイ（佐賀地方ではメカジヤといっている）、サルボウなどが他のものに比べると多い。いずれも食用に供されているが、日常生活での摂取量や Cd の吸収率¹⁰⁾などを考えると、食品衛生的には問題はないといえよう。アサリ、アゲマキ、ウミタケなどは Cd, Hg 含量は低かった。

シャコ、ムツゴロウなども、重金属汚染の点からは心配は全くない。

Cd, Hg 以外の重金属について概観すると、マンガンはウミタケに多く、銅はカキに多く含まれていた。亜鉛はテングニシやサザエの内臓およびカキに多く、これらは Cd 含量も高いので、貝類の体内では亜鉛と Cd とが生理的に拮抗作用を果たしている可能性が推定される。

昭和46年の測定値との比較を行なってみると、テングニシは例外としてアサリ、アゲマキ、サルボウなどの貝類では Cd 含量は徐々にではあるが、減少の方向にむかっていると思われた。

2. 有明海北部の海底表層土の重金属含量

海底土の採取地点を Fig. 1 に、重金属含量を Table 2 に示した。

ここでは、主として Cd をとりあげて考えてみたい。有明海海底土の Cd 含量は昭和45年に著者²⁾、46、47年に石尾ら¹¹⁾によって調査されている。著者の、45年と今回の52年との測定値を、比較のために単純化してみると下記ようになる。

昭和45年

0.99~4.08 ppm 平均 1.96 ppm

昭和52年

0.07~2.81 ppm 平均 0.81 ppm

7年という歳月の経過により、有明海海底土の Cd 含量が低下したことは一目瞭然である。石尾ら¹¹⁾は、47年6月と9月との海底土の Cd 含量を調べ、その測定値の違いをもとにして、海底表層土の Cd は年々移動をくり返しつつ熊本県沿岸を南下して、最後は有明海外へ排出される

Table 1. Heavy metal contents of fishes and shellfishes commercially available in Saga City in 1977~1978. (ppm in dry matter)

	Date	Part	Cd	Hg	Mn	Cu	Zn	Moisture %
アサリ Asari (<i>Venerupis philippinarum</i>)	May 20	shucked	1.01	0.111	31.69	6.10	99.44	80.65
	June 15		1.29	0.068	14.78	5.99	79.22	78.43
	Sept. 20		0.45	0.198	6.37	3.83	98.39	85.84
	Oct. 24		1.18	0.136	37.29	12.24	78.11	80.15
	Nov. 29		1.29	0.204	19.73	10.82	90.04	85.10
	Dec. 19		0.87	0.167	26.59	9.09	129.75	83.83
アゲマキ Agemaki (<i>Simonovacula constricta</i>)	May 20	shucked	0.39	0.045	10.58	13.71	98.04	80.03
	June 15		0.66	0.084	15.95	16.06	155.79	84.54
	July 6		0.37	0.095	57.69	40.79	109.74	70.43
	Aug. 26		0.59	0.095	12.31	44.54	155.85	80.14
	Sept. 20		0.12	0.112	10.86	6.99	183.21	82.63
	Oct. 24		0.39	0.123	8.90	17.68	100.39	82.13
シャコ Shako (<i>Squilla oratoria</i>)	May 20	flesh	1.28	0.239	16.41	64.74	95.83	82.61
	June 15		1.64	0.091	11.99	11.33	76.93	80.35
	July 6		2.09	0.158	7.32	58.49	63.67	75.76
	Aug. 26		4.12	0.259	12.65	68.80	121.49	80.43
	Sept. 20		0.61	0.325	4.42	24.29	153.15	85.34
	Oct. 24		0.25	0.559	4.88	21.70	116.57	78.35
	Nov. 29		1.32	0.107	5.79	18.39	146.39	80.46
	Dec. 19		0.97	0.102	10.72	14.89	96.85	80.25
ウミタケ Umitake (<i>Barnea dilatata japonica</i>)	Jan. 24		1.32	0.132	3.51	10.37	91.87	80.32
	May 20	shucked	0.56	0.153	414.63	59.53	90.54	86.54
	June 15		0.50	0.109	284.28	19.58	73.94	80.46
	July 6		0.60	0.153	618.78	29.98	55.60	87.50
サルボウ Sarubou (<i>Anadana subcrenata</i>)	Aug. 26		0.92	0.167	644.54	98.25	99.34	86.26
	May 20	shucked	4.79	0.209	15.88	3.25	108.45	81.43
	June 15		1.81	0.098	23.46	2.69	54.53	77.74
	Dec. 19		0.98	0.172	6.78	4.64	64.93	80.73
ミドリ シャミセンガイ Midorishamisengai (<i>Lingula unguis</i>)	Jan. 20		1.81	0.158	7.01	5.34	83.46	78.47
	May 20	shucked	2.73	0.336	140.94	11.24	212.01	81.18
	June 15		2.46	0.198	44.41	9.09	167.79	80.65
	July 6		2.93	0.187	50.96	9.97	167.44	81.75
	Aug. 26		2.57	0.193	212.29	12.18	224.79	78.65
	Oct. 24		1.82	0.386	66.34	7.00	167.71	70.28
	Nov. 29		2.98	0.143	119.45	7.82	190.80	85.64
	Dec. 19		2.09	0.226	71.02	9.15	290.08	81.80
	Jan. 20		2.37	0.298	105.07	10.96	189.31	81.85
カキ Oyster (<i>Ostrea sp.</i>)	Nov. 29	shucked	3.55	0.314	29.97	114.47	1155.41	80.21
	Dec. 19		3.50	0.113	43.82	110.61	967.97	78.43
	Jan. 20		2.35	0.221	23.64	111.59	981.77	80.58
テングニシ Tengunishi (<i>Hemifusus lernatanus</i>)	June 15	flesh	0.83	0.152	4.56	17.60	53.93	70.64
		internals	29.55	0.581	5.36	197.46	987.29	—*
	July 6	flesh	0.86	0.226	3.15	10.51	58.84	74.20
		internals	98.61	0.930	6.95	239.68	563.90	—*
	Aug. 26	flesh	2.38	0.105	7.44	11.10	66.94	75.34
		internals	180.15	0.462	10.81	21.36	696.25	—*
	Sept. 20	flesh	0.77	0.226	2.73	25.04	68.18	71.36
		internals	194.47	0.845	9.36	53.74	1676.29	—*
	Oct. 24	flesh	0.93	0.148	3.31	24.18	42.17	72.65
		internals	275.49	0.715	8.22	36.25	471.81	—*
	Nov. 29	flesh	4.36	0.097	3.19	15.81	122.31	74.32
		internals	151.93	0.394	9.33	39.45	1835.85	—*

ムツゴロウ Mutsugorou (<i>Boleophthalmus</i> <i>pectinirostris</i>)	June 15	flesh	0.16	0.046	18.57	2.39	70.94	54.16
		internals	0.42	0.057	12.13	2.71	93.35	—*
	July 6	flesh	0.09	0.078	16.47	2.17	83.85	50.85
		internals	0.39	0.087	13.07	3.36	56.06	—*
	Aug. 26	flesh	0.14	0.235	62.42	2.64	87.56	60.78
		internals	0.31	0.332	71.14	4.73	74.76	—*
	Sept. 20	flesh	0.14	0.225	39.93	2.64	125.92	54.81
		internals	0.31	0.545	57.26	6.63	94.72	—*
	Oct. 24	flesh	0.36	0.121	14.01	3.24	48.56	55.14
		internals	0.83	0.273	25.20	7.98	53.62	—*
	June 15	flesh	0.24	0.026	1.97	11.75	60.88	70.89
		internals	37.71	0.134	7.82	36.74	113.39	—*
サザエ** Sazae (<i>Turbo cornutus</i>)	Aug. 26	flesh	1.68	0.049	7.34	9.02	102.04	69.00
		internals	33.09	0.200	34.14	23.87	263.12	—*
	Sept. 20	flesh	0.30	0.128	1.61	12.14	89.08	70.05
		internals	40.33	0.411	10.06	13.54	116.46	—*
	Nov. 29	flesh	1.94	—	1.68	15.24	88.15	69.61
		internals	138.36	0.243	15.93	29.50	241.17	—*

* The following average moistures were used for evaluation of ppm in dry matter.

Tengunishi : 64.74%

Mutsugorou: 71.95%

Sazae : 71.56%

** Sazae were obtained from Genkai which is not polluted with cadmium.

Table 2. Cadmium, manganese and zinc contents of bottom muds. (ppm in dry matter)

Station	Cd	Mn	Zn	Station	Cd	Mn	Zn
1	0.81	370.22	26.62	21	0.41	393.71	34.87
2	1.26	468.73	20.69	22	0.13	161.71	3.01
3	1.54	1114.71	37.64	23	0.25	57.71	2.73
4	1.22	626.78	43.38	24	0.28	53.46	1.41
5	1.12	636.43	46.70	25	1.45	258.24	17.99
6	0.39	207.91	5.45	26	0.38	300.44	16.99
7	0.76	387.52	46.09	27	1.89	410.41	24.01
8	1.30	760.13	26.07	28	0.47	189.39	2.04
9	0.39	249.55	5.31	29	1.26	700.50	19.62
10	1.12	143.36	1.99	30	0.12	83.71	1.67
11	1.24	344.92	34.19	31	0.08	42.71	2.18
12	1.39	765.85	45.00	32	0.59	107.04	3.92
13	1.59	477.15	64.26	33	2.81	312.09	23.84
14	0.83	153.58	34.02	34	0.56	133.41	5.03
15	1.02	300.59	12.89	35	0.49	123.26	3.21
16	0.78	212.38	8.83	36	0.16	37.51	2.85
17	1.12	249.97	24.64	37	0.09	37.17	3.56
18	1.26	276.83	25.74	38	0.07	24.33	2.74
19	0.64	237.13	25.99	39	0.20	40.07	3.41
20	0.90	227.60	25.38	40	0.14	170.26	38.27

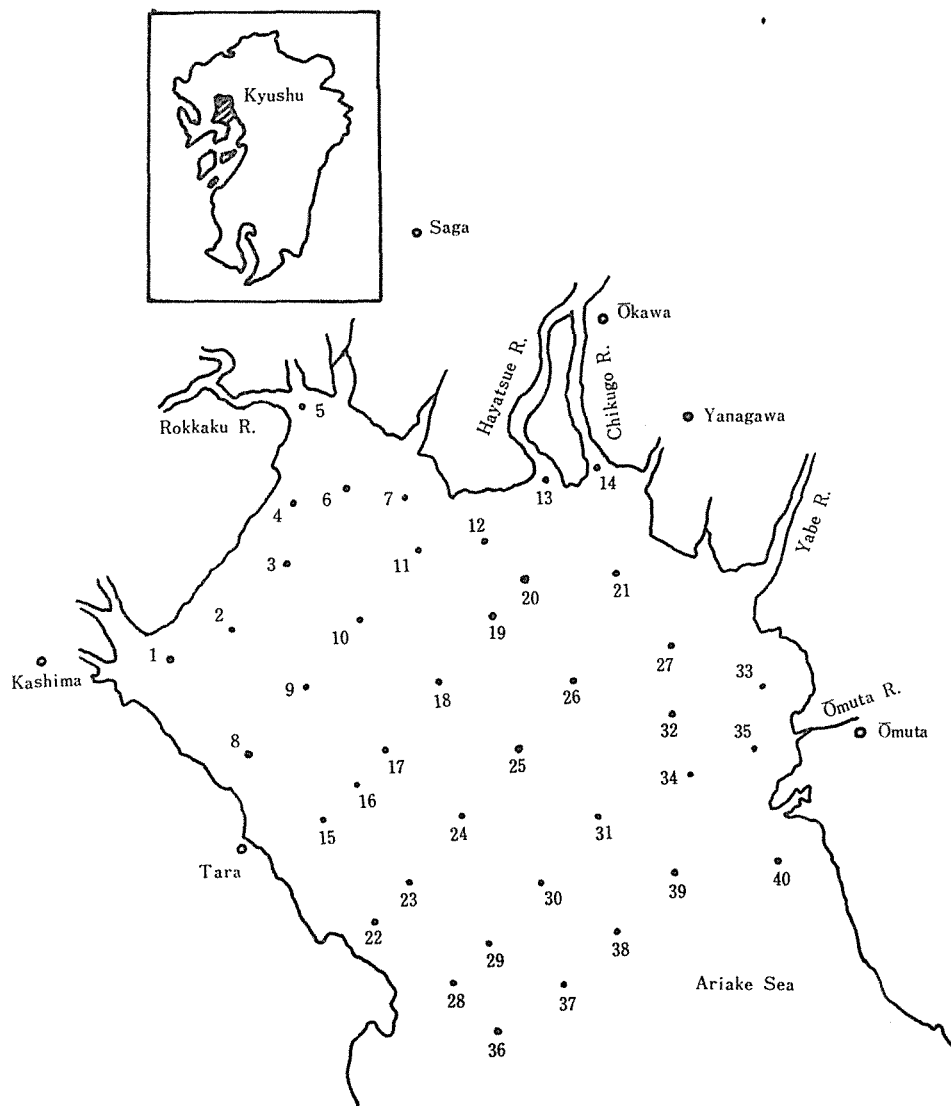


Fig. 1. Map showing the stations at which bottom muds were collected.

としている。しかし、著者は、北部有明海では筑後川、六角川などの有明海への流入河川が、Cd 汚染のほとんどない泥土を上流から自然的にもたらして海底土表層を被覆していくこと、および大牟田川流域諸工場の廃水処理体系が整備されたので、その後の Cd 汚染が防がれたことによるものと考えたい。

土壌の重金属含量は、土質に影響される。有明海底土の粒度分布は局地的ではあるが明らかにされている¹²⁾ ので、この観点からの検討も必要であろうが、今回は省略した。

今回の魚貝類および底土の Cd 含量調査によって、有明海の Cd 汚染が減少の方向にすすんでいると判断できたことは、まことによろこばしいことである。今後同じようなあやまちをくり返さないように、きびしい規制と努力が必要である。

摘 要

昭和52年5月から53年1月までの間に佐賀市内で販売されていた有明海産魚介類、および昭和53年9月採取の北部有明海海底表層土について、カドミウムその他の重金属含量を測定した。

1. 有明海の魚介類は、一部の肉食性巻貝（テングニン、バイなど）の内臓を除けば、カドミウムおよび水銀汚染に関しては食品衛生的に心配はないと云える。

また、亜鉛、マンガン、銅についても同様に心配はない。

2. カドミウム非汚染海域である玄海産のサザエの内臓に、乾物当り 33.1~138.4 ppm のカドミウムが測定されたので、巻貝類の内臓のカドミウム含量は、その海域のカドミウム汚染の指標とはなりえない。
3. 北部有明海海底表層土のカドミウム含量は、昭和45年の測定値にくらべて明らかに減少していた。
4. 以上の結果により、有明海のカドミウム汚染は徐々に減少の方向にすすんでいると判断された。

有明海海底土の採取に御協力を頂いた佐賀県有明水産試験場 宮崎征男氏に厚く御礼を申し上げる。

文 献

- 1) 内田 泰・榎本則行・宮口尹男：佐大農彙，No. 32, 45 (1972).
- 2) 榎本則行・松井浩司・内田 泰：佐大農彙，No. 32, 51 (1972).
- 3) 榎本則行・内田 泰：佐大農彙，No. 35, 69 (1973).
- 4) 榎本則行：佐大農彙，No. 37, 127 (1974).
- 5) 田中涼一・矢田光子・小林太郎：食品衛生学雑誌，11, 84 (1970).
- 6) 農林水産技術会議事務局編：日本土壤肥科学雑誌，43, 264 (1972).
- 7) 厚生省環境衛生局監修：食品衛生検査指針 I, p. 244 (1973).
- 8) 神奈川県公害センター監修：公害関係の分析法と解説，p. 3 (1973).
- 9) 石崎有信・福島匡昭・坂元倫子：日本衛生学雑誌，25, 207 (1970).
- 10) 喜多村正次：食品衛生研究，20, (6), 19 (1971).
- 11) 入江春彦：生活・産業廃水の海洋自然環境に及ぼす影響に関する基礎的研究（文部省特定研究報告），p. 153 (1974).
- 12) 渡辺 潔・加来 研・藤本昌宣・吉田 勲・中島 明・瀬口昌洋：佐大農彙，No. 44, 87 (1978).